

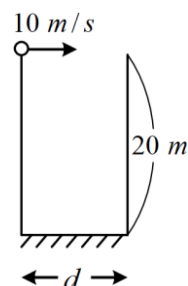
# 臺北市立中山女子高級中 115 學年度第 2 次教師甄試

## 初選筆試物理科試題

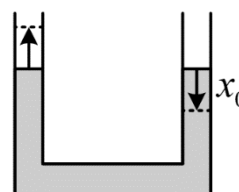
- 注意：請依照題目說明，將答案寫於指定頁面，未依規定作答者，扣總分 5 分。

### 一、填充題(每格三分，共 60 分，一律以答案欄內的填答計分)

1. 如右圖，一球由左壁離地高  $20\text{ m}$  處，以水平速率  $10\text{ m/s}$  拋出，接著在兩壁之間發生彈性碰撞。若小球在拋出後與左、右兩壁共發生四次碰撞才著地，則兩鉛直山壁間的距離  $d$  的限制條件為何？(重力加速度量值為  $10\text{ m/s}^2$ )

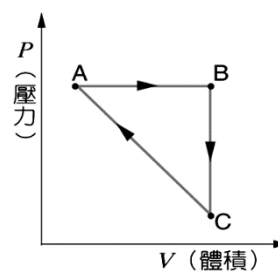


2. 如右圖，一開口細  $U$  形管裝水，已知水柱總長  $l$ 、密度  $\rho$ 、管口截面積  $A$ 。現在自一端下壓  $x_0$  後鬆手，不計一切阻力，試問水柱做  $SHM$  的週期若干？



3. 一充滿單原子理想氣體的圓形氣球由地面升至高空，已知地面的壓力為  $1\text{ atm}$ 、溫度為  $27^\circ\text{C}$ ，高空的壓力為  $0.1\text{ atm}$ 、溫度為  $-23^\circ\text{C}$ ，則在單位時間內，碰撞氣球壁之氣體分子數，高空為地面的幾倍？

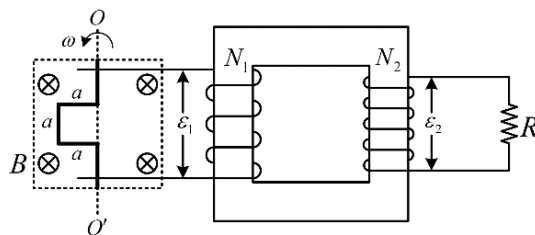
4. 考慮右圖所示，密閉系統中的氣體循環過程，縱軸表氣體壓力，橫軸表氣體體積，自  $C$  至  $A$ ，系統的內能減少  $700\text{ J}$ ；沿著  $A \rightarrow B \rightarrow C$ ，外界對系統作功為  $-500\text{ J}$ ，試問：當自  $A \rightarrow B \rightarrow C$ ，系統需吸熱或放熱多少？



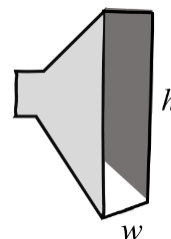
5.如圖所示，有一理想變壓器電路，若左

邊的主線圈連接一段繞 $OO'$ 軸做等角  
速率 $\omega$ 旋轉的導線框架，而導線框架上  
「 $\square$ 」字型的部分邊長為 $a$ 。已知主、  
副線圈匝數分別為 $N_1 = 4$ 、 $N_2 = 5$ ，當

$t = 0$ 時，導線框架面恰好垂直均勻磁場 $B$ （虛線區域內，方向為穿入紙面），試  
問在 $t = 0 \sim \frac{\pi}{2\omega}$ 的期間，副線圈的平均感應電動勢大小為何？



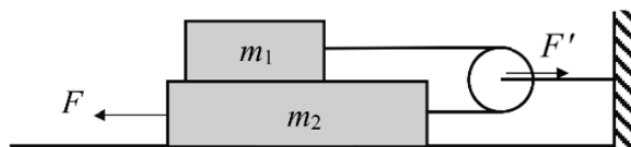
6.右圖為矩形喇叭筒擴音器，其用途能使喊話或警報能傳播到一個  
大角度扇形水平區域內，避免將聲波能量浪費於向上或向下的傳  
播。 $w$ 與 $h$ 分別代表矩形開口的寬度與高度。若只考慮聲波產生  
第一級極小的繞射，且假設其向外傳播之聲波在開口前方的分布  
範圍（即張角），可達到 $180^\circ$ 。若要使聲波在水平方向的分散角  
度大於垂直方向的分散角度， $w$ 與 $h$ 的大小關係應為何。



7.焦距 20 cm 的凹面鏡，鏡前 30 cm 處有質量 1 kg 的質點甲，經凹面鏡反射成像  
稱為像點乙。若甲垂直鏡軸作簡諧運動，且其恢復力係數  $k = 100 \text{ N/m}$ 。若乙  
的最大速率為  $2 \text{ m/s}$ ，則甲的振幅為多少 cm？

8.比重為 2.5 之玻璃球自水面自由下沉，若不計水之阻力且水的折射率為  $\frac{4}{3}$ ，一  
人自水面上往下直視玻璃球，見此球下沉之加速度為若干  $\text{m/s}^2$ ？（重力加速度  
量值為  $10 \text{ m/s}^2$ ）

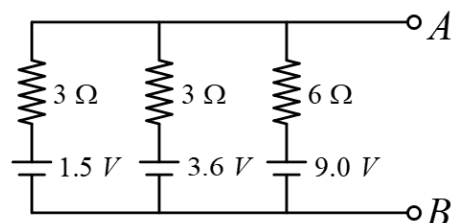
9. 在水平地面上，以不可伸長的細繩繞過定滑輪，將質量  $m_1 = m_2 = m$  的上、下兩個均質箱子連接如右圖。已知重力



加速度為  $g$ ，細繩與滑輪之間無摩擦力，且其質量均可忽略，下箱之上、下表面的動摩擦係數皆為  $\mu$ ，若下箱受到水平拉力  $F$  時，兩箱不轉動，均以等加速度水平移動，則右邊支架施予滑輪的水平力量值  $F'$  為何？

10. 如果雙狹縫中之一狹縫以  $n = 1.4$  之玻璃板遮住，而另一狹縫以  $n = 1.7$  的同厚玻璃板遮住。原來未蓋上玻璃板時之中央亮紋的位置為蓋上玻璃板之後的第五暗紋所佔有，假設波長  $\lambda = 4800$  埃，且試求兩玻璃的厚度為多少埃。

11. 右圖電路中的電池皆為理想電池，試求  $A$  和  $B$  兩端點間的電位差為多少  $V$ ？

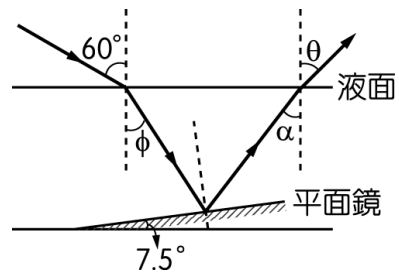


12. 一金屬材料發生光電效應的最大波長為  $\lambda_0$ ；將此材料製成一半徑為  $R$  的圓球，並以絕緣線懸掛於真空室內。若以波長為  $\lambda$  的單色光持續照射此金屬球，其中  $\lambda < \lambda_0$ ，則此球可帶的電量最多為何？(真空光速為  $c$ 、庫倫常數為  $K$ 、基本電量為  $e$ 、普朗克常數為  $h$ )

13. 某次 X 射線的布拉格晶體繞射實驗中，已知晶格間距為 3.5 埃、入射波長為 2 埃，試問在形成的繞射圖案中，布拉格角最大的正弦值為何？

14. 一池子內裝有折射率為  $\frac{5}{3}$  的液體，今將一點光源從液體表面由靜止開始釋放，此光源恰以等速度垂直向下運動。有一觀察者於液面上方向下觀察發現，當光源逐漸往下沉時，在水面上用一定大小的圓形遮光板，便能使光源所發出的光不再射出液面，但隨著光源下沉，圓形遮光板的面積必須逐漸擴大。當圓形遮光板半徑為 9 cm 的瞬間，開始計時，再經過 4 秒，圓形遮光板半徑需增為 30 cm。試問點光源下沉的速度為多少 cm / s？

15. 一容器中裝一折射率為  $\sqrt{\frac{3}{2}}$  的某液體，且將一平面鏡斜放在液面下，平面鏡與水平面夾角  $7.5^\circ$ ，今將一束紅色光以  $60^\circ$  的入射角射入液體中，當紅色光由液體中折射至空氣中時，其折射角為  $\theta$ ，則  $\sin \theta = ?$



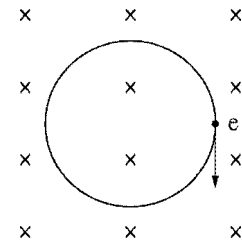
16. 在波耳的氫原子模型中，若  $E$  為電子的總能量， $\omega$  為電子作圓軌道運動的角速率， $h$  為卜朗克常數，則當量子數為  $n$  時， $E$  與  $\omega$  的關係式為何？

17.一炸彈由地面以初速 $50\text{ m/s}$ 、仰角 $37^\circ$ 斜向拋出，當炸彈抵達最高點時炸裂成質量相等的 $A$ 、 $B$ 兩碎片。已知若 $A$ 碎片以 $12.5\text{ m/s}$ 向下之速度散開，則 $A$ 、 $B$ 兩碎片落地時相距多遠？(重力加速度量值為 $10\text{ m/s}^2$ )

18.一質量均勻的細金屬圓環，其圓環半徑為 $R$ 、質量為 $m$ 、且均勻帶正電 $Q$ 。今將圓環平放在光滑水平桌面上，先在桌面上通入向下的均勻磁場 $B$ 後，再將圓環以通過環心的鉛直線作為轉軸旋轉。已知圓環的角速率為 $\omega$ ，且旋轉過程中圓環的形變不計，則此金屬圓環單位長度所受安培力量值為何？

19.承 18 題，此圓環旋轉後的張力比靜止時的張力增加多少？

20.一個電子在均勻磁場 $B$ 中作圓周運動，如右圖，已知電子質量為 $m$ ，電量為 $e$ ，卜朗克常數 $h$ ，若電子的角動量遵守波耳在氫原子模型中的量子化假設，則電子在第二激發態的迴轉半徑為何？



二、計算題(共 43 分，每小題配分如下)

※共四大題，每大題請寫在指定的頁面上，須註明小題題號與答案。

※需列出計算過程，只有答案沒有過程，不予計分。

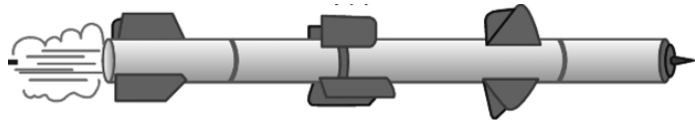
1. 兩半徑甚小的導體球以輕金屬彈簧相連，已知庫倫常數為 $K$ 、彈簧的力常數為 $A$ 、兩球半徑分別為 $R$ 、 $r (< R)$ ，且大球起初帶電量為 $Q$ ，而小球不帶電。今將兩球以彈簧相連後，立即由彈簧原長之距離，靜止釋放，直到兩球相距為兩倍彈簧原長時，兩球相距最遠。若兩球運動過程中加速度甚小，故不計電磁輻射，試回答下列問題：

(1) 兩球相距最遠時，兩球所帶電量分別為何？(3 分)

(2) 彈簧的原長為何？(4 分)

(3) 在兩球半徑比值 $\frac{r}{R}$ 可變動的條件下，彈簧原長的最大值為何？(3 分)

2. 假設某一時刻 $t$ ，質量為 $M$ 的火箭(含燃料)正以 $v_0$ 的速度在太空中飛行。



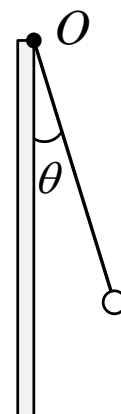
經過一段極短時間間隔 $dt$ 後，火箭將部分燃料以相對火箭的速率 $v_e$ 噴出。假設噴出的燃料質量為 $dm$ ，且燃料噴出前後火箭的速度變化量為 $dv$ 。在不計重力的條件下，試回答下列問題：

(1) 試求 $\frac{dv}{v_e} = ?$  (4 分)

(2) 已知火箭噴出氣體的質量之時變率為定值 $\mu$ ，試求火箭在時刻 $t$ 的加速度量值為何？(2 分)

(3) 在質量守恆的條件下，當火箭的質量減為初始的一半(即 $\frac{M}{2}$ )時，火箭的速率變為多少？(答案以 $v_0$ 、 $v_e$ 表示)(4 分)

3. 一長為 $L$ 、質量為 $m$ 的均勻細棒一端懸掛在 $O$ 點上，可繞水平軸無摩擦地轉動。在同一懸掛點，有長為 $l$ 的輕繩懸一小球，質量也為 $m$ 。當小球懸線偏離鉛直方向某一角度 $\theta$  ( $\theta \ll 1$ )時，由靜止釋放（如圖所示），則小球將在懸點正下方與靜止的細棒發生完全彈性碰撞。已知重力加速度量值為 $g$ ，且不計空氣阻力，試回答下列問題：



- (1) 當棒的長度 $L$ 為多少時，小球與棒的擺動週期相同？（答案以 $l$ 表示）(3分)
- (2) 承(1)，當小球與細棒發生第一次碰撞後的瞬間，細棒相對於 $O$ 點的角速率 $\omega_1$ 與小球向對於 $O$ 點的角速率 $\omega_2$ 的比值

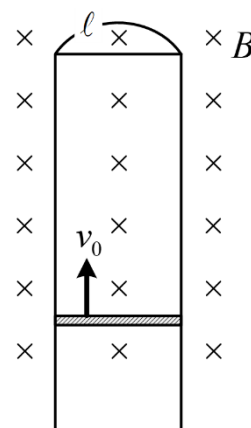
$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = ? \text{ (4分)}$$

- (3) 承(2)，因小球與細棒的擺動週期相同，兩者會在底部碰撞一次，請說明碰撞後瞬間兩者的運動情形。（答案以 $g$ 、 $l$ 、 $\theta$ 表示）(4分)

Hint：長為 $L$ 、質量為 $m$ 的均勻細棒，在繞著通過質心且垂直於棒長的轉軸繞

轉時，其轉動慣量為 $\frac{1}{12}mL^2$ 。

4. 如右圖，在穿入紙面的均勻磁場 $B$ 中，有一固定不動的「 $\Gamma$ 」字型金屬框架(無電阻)，其寬度為 $l$ ，且兩側長度甚長。今有一質量為 $m$ 、電阻為 $R$ 的金屬桿橫套於金屬框架的兩側。已知金屬桿在 $t = 0$ 時，以初速 $v_0$ 從某高度開始向上滑行，在不計阻力與金屬桿沒有撞到金屬框架上緣的條件下，試回答下列問題：(重力加速度量值為 $g$ ，向上訂為正方向)



- (1) 當金屬桿的速率變為 $v$ 時，流過金屬桿的電流(含方向)與金屬桿的加速度為何？（答案請用 $B$ 、 $l$ 、 $m$ 、 $R$ 、 $g$ 、 $v$ 表示）(4分)

- (2) 若將此情境的物理參數全取為SI制，且已知 $g = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$ 、

$$v_0 = 1 \text{ (m/s)}、\frac{(\ell B)^2}{mR} = 5 \left( \frac{\text{m}^2 \cdot \text{T}^2}{\text{kg} \cdot \Omega} \right)。$$

請求出金屬桿上升的速度與時間的關係式 $v(t) = ?$  (4分)

- (3) 承(2)，請求出金屬桿由 $t = 0 \text{ (s)}$ 起，能上升的最大位移。(4分)

1	2	3	4
$4m < d \leq 5m$	$2\pi \sqrt{\frac{\ell}{2g}}$	$120^{-1/6}$	吸熱 1200 J
5	6	7	8
$\frac{5Ba^2\omega}{2\pi}$	$w < h$	10	4.5
9	10	11	12
$F - 2mg\mu$	72000 埃	3.84	$\frac{hcR}{eK} \frac{\lambda_o - \lambda}{\lambda_o \lambda}$
13	14	15	16
$\frac{6}{7}$	7	$\frac{\sqrt{6}}{4}$	$E = -\frac{nh\omega}{4\pi}$
17	18	19	20
360 m	$\frac{\omega BQ}{2\pi}$	$\frac{R\omega}{2\pi} (m\omega + BQ)$	$\sqrt{\frac{3h}{2\pi eB}}$

### 計算題

1. (1)  $\frac{R}{R+r}Q$ 、 $\frac{r}{R+r}Q$  (2)  $\sqrt[3]{\frac{Rr}{(R+r)^2} \times \frac{KQ^2}{A}}$  (3)  $\sqrt[3]{\frac{KQ^2}{4A}}$

2. (1)  $\frac{dm}{M}$  (2)  $\frac{\mu v_e}{M}$  (3)  $v_0 + v_e \ln 2$

3. (1)  $\frac{3}{2}\ell$  (2) 8

(3) 細棒的角速率為零，而小球的速度為  $\sqrt{2g\ell(1 - \cos\theta)}$ (向右)，接著重複先前的擺盪

4. (1)  $\frac{\ell v B}{R}$ (向左)， $-g - \frac{(\ell B)^2}{mR}v$

(2)  $v(t) = 3e^{-5t} - 2$  ( $\frac{m}{s}$ )

(3)  $\frac{1}{5} - \frac{2}{5} \ln \frac{3}{2}$  (m)